

- シンポジウム開催報告 -

材料・デバイスを繋ぐ極限環境ナノ界面科学

Extreme environmental nano-interface science
connecting materials and devices

2020年9月8日(火) 09:30 ~ 11:30 Z01 会場

物質・材料の界面科学は、電子やイオン、元素拡散によりデバイスなど材料応用を考える上で最も重要な研究分野です。これまで、材料界面の物理化学的知見は、マクロな界面領域や単純ナノ領域を静的に観察し、特性や挙動を推測することで、その動的挙動の科学的機序として議論されてきました。

近年、計測技術の発展とデータ科学や計算科学の発展に伴い、ナノ領域での材料界面(ナノ界面)の動的挙動観察が可能となりつつあります。

本シンポジウムは、材料応用に向けたナノ界面科学の解明を最終目標として、最新の材料合成技術、ナノ領域の動的計測技術、計算科学・データ科学など多岐にわたる若手研究者が一堂に会し、新たなチャレンジを議論するための場と致しました。

- 講演内容 -

09:30 ~ 09:45

[8a-Z01-1] 材料界面とデバイス特性、信頼性

○菅原 徹¹、伊庭野 健造¹ (1.大阪大学)

デバイスは、多くの材料界面により構成されている。材料界面の物性は、デバイス特性や信頼性を大きく左右する。本講演では、デバイス使用中において材料界面の挙動を科学的に探究し、その重要性が問題提起された。

10:00 ~ 10:30

[8a-Z01-2] 固体高分子形燃料電池・水電解および酵素型バイオ燃料電池の電極触媒開発

○田巻 孝敬¹ (1.東工大研究院化生研)

電気化学デバイスの電極開発において、高性能を発現するために必要な環境が、構成材料の一つにとっての極限環境になることがある。本講演では固体高分子形燃料電池および酵素型バイオ燃料電池の電極において発現する構成材料にとっての極限環境について概説されるとともに、固体高分子形燃料電池・水電解のナノ粒子連結触媒や酵素型バイオ燃料電池のカーボン表面修飾技術について紹介された。

10:30 ~ 11:00

[8a-Z01-3] 堅牢なナノ界面と分子認識エレクトロニクス

○長島 一樹^{1,2}、高橋 綱己^{1,2}、細見 拓郎^{1,2}、柳田 剛¹ (1.東大院工、2.JST さきがけ)

現状、化学センサの利用範囲は極めて限定的であり、未だ多種多様な分子群のデータ収集や化学データを活用したサイエンスには至っていない。これは有機化学で用いられる高度な分子認識技術は堅牢なセンサへ適用できるものでなく、また市販のガスセンサに利用される金属酸化物の様に堅牢な無機材料では化学的性質が類似した分子群を識別することが困難なためである。この様に、超スマート社会における化学データの利用に向けて、長期安定的に多様な化学データを収集するための堅牢な分子認識センサ材料、及び新しいデバイスが今まさに希求されている。本講演では、我々が現在取り組んでいる金属酸化物を用いた堅牢な分子認識ナノ界面の創製や新奇分子認識センサエレクトロニクスデバイスへの展開や関連する幾つかの研究成果が紹介された。

11:00 ~ 11:30

[8a-Z01-4] 双極子集積型 Head-to-Tail 分子の創製と光・電子機能

○アルブレヒト 建^{1,2} (1.九大先導研、2.JST-さきがけ)

カルバゾールのような双極子を有する分子を Head-to-Tail 型に多数結合することで全体として大きく分極した電子状態を持つ分子を合成する事ができる。こうした分子はアクセプターと組み合わせることで熱活性化遅延蛍光を示す。また、分極の電界による打ち消しを原理とする単分子ダイオードとしても機能する。本講演では、樹状及び線状カルバゾールのこうした光・電子機能について解説された。

13:30 ~ 13:45

[8p-Z01-1] Starrydata web システムによる熱電材料の Materials Informatics

○桂 ゆかり^{1,2,3}、熊谷 将也^{3,4,5}、小谷 拓史¹、佐藤 陸¹、木村 薫¹、津田 宏治^{1,2,3} (1.東大新領域、2.物材機構、3.理研、4.さくらインターネット、5.京大)

我々は、論文中のグラフ画像から実験データを手作業であるが効率的に集められる Web システム Starrydata を開発した(<https://www.starrydata2.org>)。現在は、熱電材料と磁性材料についてデータ収集を進めており、これまでの3年で 6000 本以上の論文から 30,000 試料、90,000 本以上のカーブのデータを収集してきた。本講演では、本システムで集めた熱電材料のデータを機械学習することによって、熱電特性の予測を行った結果が報告された。

13:45 ~ 14:00

[8p-Z01-2] オペランド X 線顕微分光によるグラフェントランジスタの界面電荷分析

○永村 直佳^{1,2}、吹留 博一³、長汐 晃輔⁴、尾嶋 正治⁴ (1.物材機構、2.JST さきがけ、3.東北大、4.東大)

原子層物質の代表格であるグラフェンは、その特異な電子状態からデバイス応用研究が進んでいるが、二次元材料であるが故、周囲の環境つまり表界面の影響を顕著に受けて物性が大きく変調する。そこで本研究では、グラフェンをチャンネルとする電界効果トランジスタ(FET)構造について、グラフェン/基板 SiO₂ 界面およびグラフェン/金属電極界面の電子状態とデバイス輸送特性の関係を、放射光軟 X 線オペランド顕微分光観測により評価した。

14:15 ~ 14:45

[8p-Z01-4] デバイス応用に向けたシリコンクラスレート単結晶のフラックス成長

○森戸 春彦¹ (1.東北大金研)

本講演では、登壇者により独自に見い出されている複合金属フラックス法を用いて、次世代の機能性材料として期待されているシリコンクラスレートの単結晶を育成した結果が報告された。

14:45 ~ 15:15

[8p-Z01-5] イオンの拡散制御による新規物質開発

○藤岡 正弥¹、岩崎 秀¹、Khurelbaatar Zagazuem¹、小峰 啓史²、森戸 春彦³、Jeem Melbert¹、小野 円佳^{1,4}、西井 準治¹ (1.北大電子研、2.茨城大、3.東北大金研、4.AGC)

結晶を構成する各元素は、共有結合やイオン結合、ファンデルワールス力等の複雑な結合状態に由来したポテンシャルを形成しており、本研究ではこのポテンシャルを DFT 計算から見積もり、イオン拡散を利用した物質合成の可否を判定するプロセスを開発している。さらに、計算科学から見出された候補物質に対して、独自に研究開発を行ってきた固体電気化学的合成手法(プロトン駆動イオン導入法、高圧固体電気化学法)を利用し、新規物質の開発を実際に行っている。本講演では、プロトン駆動イオン導入法、および高圧固体電気化学法の詳細を示すと共に、これらの固体電気化学的合成手法により得られた物質群について報告された。

15:15 ~ 15:45

[8p-Z01-3] 人間の心臓はなぜ左側に偏っているのか? ~生物の形の非対称性とその数理~

○秋山 正和¹、須志田 隆道²、稲木 美紀子³、松野 健治³ (1.明大 MIMS、2.サレジオ高専、3.阪大院生物)

動物園では多くの動物を見ることができます。彼らの体の形は正面から見て、左側と右側が同じ形、つまり左右対称です。しかし、心臓や肝臓などいくつかの臓器は、体の偏った位置にあり左右非対称であることが知られています。このように多くの生物では、外からみた形は対称でも、体の内側では非対称な臓器配置を持っています。そうした非対称性がどのようなメカ

ニズムによって作られているのかは古くから未解明の問題として知られていましたが、最近になって有力な説がいくつか提案されており、特に数理を使ったアプローチによって現象の一端が解明されつつある。

16:15 ~ 16:45

[8p-Z01-6] プラズモニクナノポアデバイスの創生

○龍崎 奏¹ (1.九大先導研)

プラズモニクナノポアデバイスは、ナノポア内部に発生するプラズモン増強電場を用いることで、ナノポアを通過する検体から表面増強ラマン散乱光(SERS)を検出できることが期待されている。しかしながら、検体からの散乱光強度が弱いため、検体から十分なラマン散乱光を得るためにプラズモン共鳴によって可能な限り散乱光を増強させることが課題である。さらに、検出器の時間分解能および感度の改良も重要な課題である。

16:45 ~ 17:15

[8p-Z01-7] 超臨界流体を利用した酸化物ナノ粒子の表面・構造制御

○筈居 高明¹ (1.東北大多元研)

超臨界流体は、温度圧力操作により、溶媒特性を大きく変化できる媒体である。超臨界流体を反応場として利用し、適切な溶媒特性に設定することで、凝集状態や表面、構造が制御されたナノ材料の合成プロセスが実現できる。本講演では超臨界流体プロセスを用いたナノ材料の表面、構造制御による機能向上について概説されるとともに、作製したナノ粒子を利用した新たな化学プロセス開発についても紹介された。

おわりに

本シンポジウムでは、各研究分野を代表する 40 歳以下の若手研究者から講演頂いた。Z01 会場には午前のセッション開始から常時 100 人程度の聴講者が参加し、本シンポジウムが大変脚光を浴びる研究分野であると実感した。材料科学、デバイス科学、計測科学、計算・データ科学など多岐にわたる研究分野から、新進気鋭の若手研究者が一堂に会し、異分野を融合して多方面から本シンポジウムの研究課題に取り組むことの重要性を改めて実感した。